

**І.М. ПОЛЕВИК, Л.В. ТРУБНІКОВА**, канд. техн. наук,  
**В.М. АРТЕМЕНКО**, канд. техн. наук, **А.О. МАЙЗЕЛІС**, НТУ «ХПІ»

## **ЕЛЕКТРООСАДЖЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ПОКРИТЬ СПЛАВОМ ОЛОВО-СУРМА З КОМПЛЕКСНИХ ЕЛЕКТРОЛІТІВ**

Представлені результати дослідження умов співосадження олова і сурми в комплексних електролітах на основі пірофосфатних і тартратних комплексів металів. Встановлено, що виділення олова в сплав відбувається зі значною деполаризацією. З'ясовано можливість отримання сплаву олово-сурма на різних основах – олові, залізі, міді, титані. Доведено, що покриття сплавом, отримані із досліджуваного електроліту, мають міцне зціплення з даними основами.

The results of study of the conditions of tin and stibium co-deposition in complex electrolytes, based on pyrophosphate and tartrate metal complexes are presented. It is established, that tin deposition in the alloy occurs with a significant depolarization. Possibilities of obtaining of tin-antimony alloy on various bases, tin, steel, copper, the titan, are shown. It is proved, that the alloy deposits obtained from the studied electrolyte, have strong cohesion with the yielded bases.

**Вступ.** Застосування сплаву олово-сурма в порівнянні з олов'яним покриттям пояснюється кращими функціональними (антифрикційними, механічними та іншими) властивостями. Даний сплав характеризується високою корозійною стійкістю, легко полірується до дзеркального блиску, не тьмяніє на повітрі, має гарний зовнішній вигляд і використовується для захисно-декоративної обробки поверхні. Він має високу твердість, підвищену стійкість в умовах низьких температур, оскільки значно знижує швидкість фазового переходу білого олова ( $\beta$ -модифікація) у сіре ( $\alpha$ -модифікація). Сплав олово-сурма можна використовувати як високотемпературний дешевий безсвинцевий припій, матеріал, що має напівпровідникові властивості [1].

Порівняння стандартних потенціалів олова і сурми ( $E_{\text{Sn}^{2+}/\text{Sn}}^0 = -0,14 \text{ В}$ ,  $E_{\text{Sb}^{3+}/\text{Sb}}^0 = 0,24 \text{ В}$ ) показує, що зблизити рівноважні потенціали цих металів в розчинах на основі простих гідратованих іонів металів практично неможливо. Крім того, присутність в електроліті сурми ускладнює процес осадження покриття на електронегативну основу – сталеву, титанову. Тому для виділення сплаву необхідно використовувати комплексні електроліти з підвищеною перенапругою виділення в сплав більш позитивного металу – сурми. Електроліти для електроосадження сплаву олово-сурма містять ліганди – цитрат, тартрат, пірофосфат [2].

При проведенні досліджень умов сумісного відновлення на катоді олова і сурми за основу обрано електроліт на основі пірофосфатних комплексів олова. Для зв'язування у комплекс більш позитивного металу – сурми як ліганд використовували тарtrat-іон.

**Методика досліджень.** Кінетику катодних процесів в пірофосфатних розчинах вивчали шляхом аналізу потенціодинамічних залежностей і хронопотенціограм, отриманих на олов'яному електроді. Виміри проводили в триелектродній ячeyці за допомогою потенціостату ПІ-50.1. Робочими електродами слугували пластинки олова, сурми, міді, заліза та титану, запресовані у фторопласт. Площа поверхні робочого електроду становила 1 см<sup>2</sup>. Як електрод порівняння використовувався насичений хлоридсрібний електрод. Потенціали на рисунках наведено відносно хлоридсрібного електроду.

Дослідження проводили у розчинах, склади яких представлені в таблиці 1. Електроліт № 1 – для осадження олова, електроліт № 2 – для осадження покриття сплавом олово-сурма і електроліт № 3 – для осадження сурми.

Таблиця 1

Склад електролітів

Компоненти електролітів	№ електроліту		
	1	2	3
SnSO <sub>4</sub> , моль/дм <sup>3</sup>	0,5	0,5	–
SbCl <sub>3</sub> , моль/дм <sup>3</sup>	0,02	–	0,02
K <sub>4</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub> , моль/дм <sup>3</sup>	1,9	0,6	0,6
KNaC <sub>4</sub> H <sub>4</sub> O <sub>6</sub> , моль/дм <sup>3</sup>	0,1	0,1	0,1
Клей мездровий, г/дм <sup>3</sup>	0,04	0,04	
Гідразин, г/дм <sup>3</sup>	10	–	–

**Результати досліджень.** Як видно з порівняння поляризаційних залежностей виділення металів роздільно та в сплав, олово в сплав виділяється з деполяризацією (рис. 1 а).

Встановлено, що вихід за струмом (BC) при осадженні олова з електроліту, в якому присутні обидва ліганди, з ростом густини струму від 1 до 3 А/дм<sup>2</sup> знижується з 75 до 15 % (рис. 1 б). Залежність BC від густини струму в електроліті для осадження сплаву проходить через максимум, який сягає 100 %. Зменшення виходу за струмом при низьких густинах струму, імовірно, пояснюється розчиненням більш від'ємного металу – олова, а при підвищенні густини струму – побічною реакцією виділення водню. Хід залежностей BC від густини струму для сплаву і для олова мають ідентичний харак-

тер, але ВС для сплаву значно вищий ніж для чистого олова завдяки відзначеній раніше деполяризації виділення сплаву.

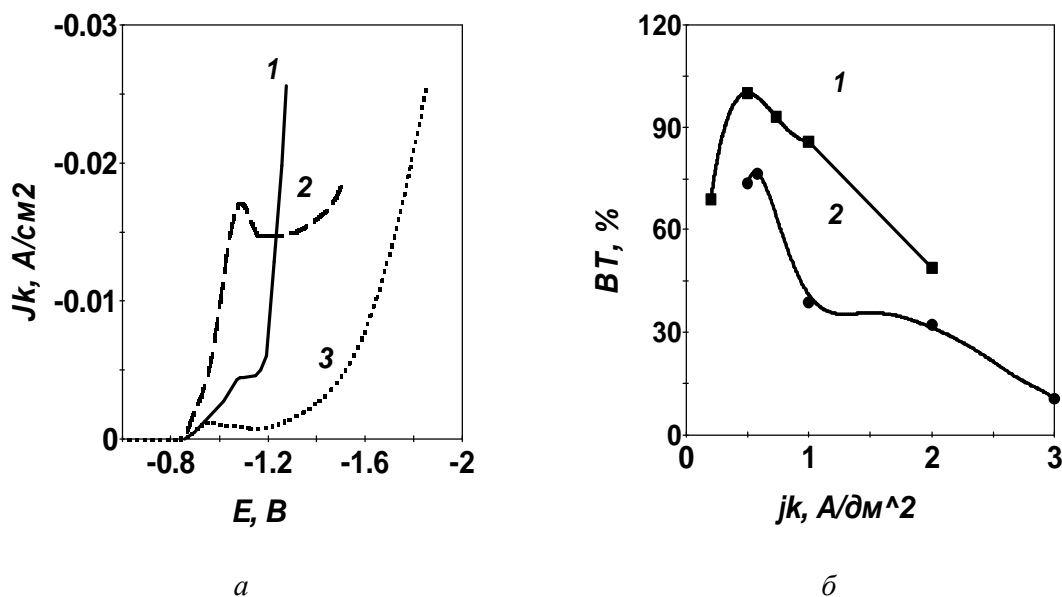


Рис. 1. Катодні поляризаційні залежності і виходи за струмом виділення Sn (1 а, 2 б), сплаву Sn - Sb (2 а, 1 б) і Sb (3 а)

Значна увага в даній роботі приділялася з'ясуванню можливостей отримання сплаву олово-сурма на різних основах, таких як олово, залізо, мідь, титан. Результати досліджень показали, що як саме олово, так і сплав по-різному виділяються на різних основах. Стаціонарний потенціал міді і олова (рис. 2) в електроліті для осадження сплаву має більш позитивне значення в порівнянні з потенціалами в електроліті олов'янування. На залізі, потенціал з часом відхиляється у негативний бік, складніший характер має хронопотенціометрична залежність на титані.

Вольтамперні залежності, отримані на різних основах, показують, що матеріал основи дещо впливає лише на початкових ділянках поляризаційних залежностей і мало впливає на кінетику виділення як самого олова так і сплаву в зоні робочих густин струму. В ході досліджень виявлено, що тонкий шар сплаву можливо осадити на різних основах з пірофосфатно-тарtratного електроліту без добавок ПАР, але для отримання більш товстих шарів покриття до складу електроліту необхідно додавати ПАР. Добавка ПАР впливає на хід початкових ділянок залежностей виділення як олова, так і сплаву, та знижує граничну густину струму (рис. 3). При додаванні ПАР до електроліту покриття, отримані при тривалому електролізі, компактні.

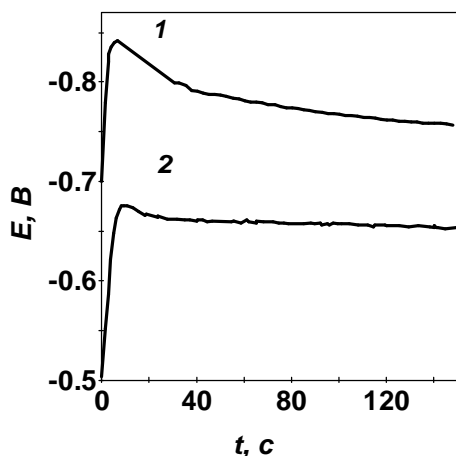


Рис. 2. Хронопотенціограми встановлення стаціонарного потенціалу Sn (1) і сплаву Sn-Sb (2) в електроліті

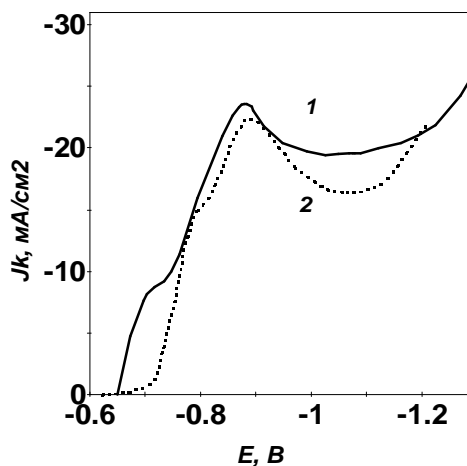


Рис. 3. Поляризаційні залежності при осадженні сплаву Sb-Sn без ПАР (1) і з ПАР (2)

Міцність зчеплення покриття сплавом з основою перевіряли методом термоудару – по площині не відшарованої поверхні. З'ясовано, що після термоудару покриття на всіх досліджуваних основах не відшаровувалися, що свідчить про їх високу адгезію. Це в свою чергу забезпечується тим, що виділення сплаву відбувається при достатньо електровід'ємних потенціалах.

### **Висновок.**

Встановлено, що виділення сплаву з пірофосфатно-тартратного електроліту відбувається з суттєвою деполяризацією для основного компоненту – олова. Показана можливість отримання у присутності ПАР якісних покриттів сплавом, які мають міцне зчеплення з різноманітними основами.

**Список литературы:** 1. Якименко Г. Я. Технічна електрохімія. Ч. 3. Гальванічні виробництва: підручник / Г.Я Якименко, В.М Артеменко; за ред. Б.І. Байрачного. – Харків: НТУ"ХПГ", 2006. – 272 с. 2. Бондарь В.В. Электроосаждение двойных сплавов / В.В. Бондарь, В.В. Гринина, В.Н. Павлов. – М.: ВИНТИ, 1964. – (Итоги науки и техники. Серия "Электрохимия"). – Т. 16. – 1980. – 329 с.

Надійшла у редколегію 02.04.10